

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-275115

(43)Date of publication of application : 05.10.2001

(51)Int.Cl. H04N 7/30
 G06T 1/00
 G09C 5/00
 H04N 1/387
 H04N 7/08
 H04N 7/081

(21)Application number : 2000-082211

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 23.03.2000

(72)Inventor : TANAKA NOBUYUKI

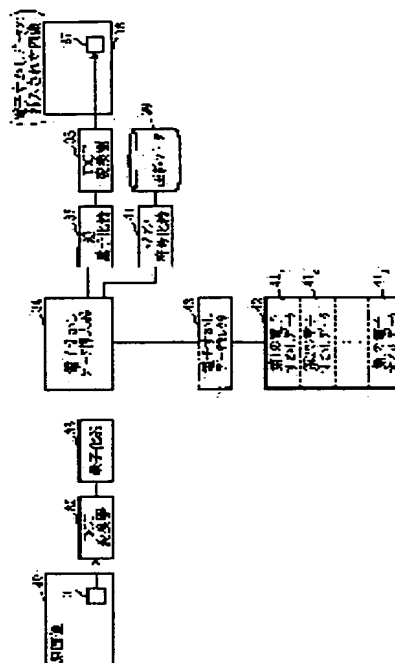
(54) ELECTRONIC WATERMARK DATA INSERTION DEVICE AND DETECTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electronic watermark data insertion device and an electronic watermark detector that can insert and detect electronic watermark data with a simple configuration without deteriorating the image quality.

SOLUTION: An electronic watermark data insertion unit 34 of the electronic watermark data insertion device stores insertion information to designate electronic watermark data to be inserted in advance by each pixel block and inserts the electronic watermark data designated from an electronic watermark data table 42 based on the insertion information to each pixel block.

The electronic watermark data detector allows an electronic watermark data extract device 66 to extract prominent image data in a frequency region depending on the electronic watermark data inserted by each pixel block, and the electronic watermark data detector 70 calculates statistic similarity. An electronic watermark data adder 71 accumulates the image data for a prescribed time and the electronic watermark data detector discriminates that the electronic watermark data are detected when the result of accumulation, which is reset after a lapse of a prescribed time or when the accumulated data exceeds a predetermined threshold value, exceeds this threshold.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.02.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 11.05.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-275115

(P2001-275115A)

(43) 公開日 平成13年10月5日 (2001.10.5)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 4 N 7/30		G 0 6 T 1/00	5 0 0 B 5 B 0 5 7
G 0 6 T 1/00	5 0 0	G 0 9 C 5/00	5 C 0 5 9
G 0 9 C 5/00		H 0 4 N 1/387	5 C 0 6 3
H 0 4 N 1/387		7/133	Z 5 C 0 7 6
7/08		7/08	Z 5 J 1 0 4
審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 15 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-82211(P2000-82211)

(22) 出願日 平成12年3月23日 (2000.3.23)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 田中 信行

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100083987

弁理士 山内 梅雄

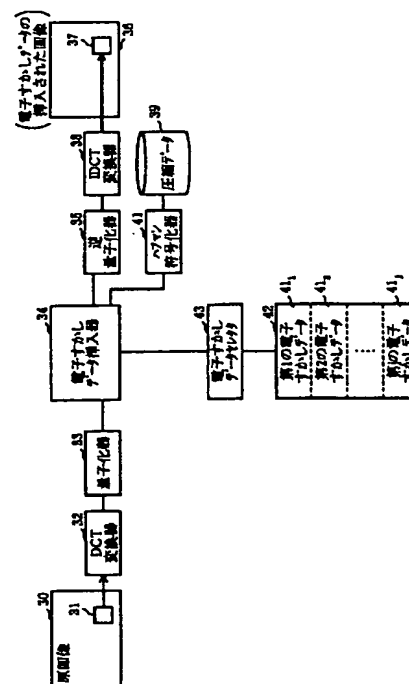
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子すかしデータ挿入装置および検出装置

(57) 【要約】

【課題】 簡素な構成でできるだけ画質を劣化させることなく電子すかしデータの挿入および検出を行うことができる電子すかしデータ挿入装置および検出装置を提供する。

【解決手段】 電子すかしデータ挿入装置の電子すかしデータ挿入器34に画素ブロックごとにあらかじめ挿入すべき電子すかしデータを指定する挿入情報を記憶させ、この挿入情報に基づいて電子すかしデータテーブル42から指定された電子すかしデータを各画素ブロックに挿入する。電子すかしデータ検出装置は、電子すかしデータ抽出器66により、各画素ブロックごとに挿入された電子すかしデータに依存して突出する周波数領域の画像データを抽出させ、電子すかしデータ検出器70により統計的類似度を算出する。これを電子すかしデータ加算器71により一定時間だけ累積加算し、一定時間経過後あるいはあらかじめ決められた閾値を超えたときにリセットされる累積加算結果が、この閾値を超えたとき電子すかしデータが検出されたと判定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数分割した画素ブロックごとに1フレームの画像データを周波数領域に変換する周波数領域変換手段と、

あらかじめ複数の電子すかしデータを記憶する電子すかしデータ記憶手段と、

この電子すかしデータ記憶手段に記憶されている電子すかしデータの中から前記画素ブロックそれぞれに対応して挿入すべき電子すかしデータを指定する挿入情報を記憶する挿入情報記憶手段と、

前記画素ブロックごとに前記挿入情報記憶手段に記憶された前記挿入情報によって指定される電子すかしデータを前記電子すかしデータ記憶手段から選択出力する電子すかしデータ選択出力手段と、

この電子すかしデータ選択出力手段によって選択出力された電子すかしデータを前記周波数領域変換手段によって周波数領域に変換された画像データに挿入する電子すかしデータ挿入手段とを具備することを特徴とする電子すかしデータ挿入装置。

【請求項2】 あらかじめ1フレームを複数分割した画素ブロックごとに挿入される電子すかしデータの種別を指定する挿入情報を記憶する挿入情報記憶手段と、

この挿入情報記憶手段に記憶された前記挿入情報に基づいて、挿入される電子すかしデータが同一の画素ブロックの周波数領域における画像データの加算結果に対応した抽出データを抽出する電子すかしデータ抽出手段と、あらかじめ前記画素ブロックそれぞれに挿入されている電子すかしデータを記憶する電子すかしデータ記憶手段と、

前記電子すかしデータ抽出手段によって抽出された抽出データとこの電子すかしデータ記憶手段に記憶されている電子すかしデータそれぞれとの間の統計的類似度を算出する電子すかしデータ検出手段と、

この電子すかしデータ検出手段によって算出された前記統計的類似度に基づいて電子すかしデータが検出されたか否かを判定する判定手段とを具備することを特徴とする電子すかしデータ検出装置。

【請求項3】 前記電子すかしデータ検出手段によって算出された前記統計的類似度を一定時間ごとに累積加算する電子すかしデータ加算手段を備え、前記判定手段はこの電子すかしデータ加算手段によって一定時間ごとの累積加算値とあらかじめ決められた閾値とを比較することにより電子すかしデータが検出されたか否かを判定するものであることを特徴とする請求項2記載の電子すかしデータ検出装置。

【請求項4】 前記電子すかしデータ挿入手段は、前記画像データに対して量子化を行ってから前記電子すかしデータを挿入し、この電子すかしデータが挿入された合成画像データに対してハフマン符号化を行うハフマン符号化手段を備えることを特徴とする請求項1記載の電子

すかしデータ挿入装置。

【請求項5】 前記電子すかしデータ抽出手段はあらかじめハフマン符号化された前記1フレームの合成画像データの各画素ブロックごとに復号化を行ってから、前記挿入情報に基づいて、挿入される電子すかしデータが同一の画素ブロックの周波数領域における画像データの加算結果に対応した抽出データを抽出するものであることを特徴とする請求項2または請求項3記載の電子すかしデータ検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は電子すかしデータ挿入装置および電子すかしデータ検出装置に係わり、詳細には画像等のデジタルデータに識別可能な付加情報を埋め込む電子すかしデータ挿入装置および電子すかしデータ検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年の情報処理技術や通信技術の進歩とともに、インターネットや、デジタル・ビデオ・ディスク (Digital Video Disk : DVD)、デジタル放送といったマルチメディア情報としての画像や音声等の各種情報が、デジタルデータとして取得できるようになった。デジタルデータは、データを劣化させずに複製や編集が可能であり、特にデジタル化された画像データを違法に複製する行為が問題となっている。

【0003】 このような違法な複製を防止する技術の1つとして、デジタルデータ暗号化技術がある。このデジタルデータ暗号化技術によれば、暗号化されたデジタル画像データは、正当な暗号解読キーを備える再生システムにおいてのみ再生可能となる。しかし、ひとたび暗号を解読されてしまうと、それ以降に行われる違法な複製を防止することができないといった欠点がある。

【0004】 これに対して、デジタルデータの違法な複製を防止するための他の技術としてこのような欠点を有しない電子すかしデータを用いる技術がある。この技術は、デジタル画像データそのものに電子すかしデータとしての特殊な情報を埋め込むことによって、デジタル画像データの不正な使用、および複製を防止することを目的とする。

【0005】 このようなデジタルデータである画像データに挿入される電子すかしデータとしては、可視な電子すかしデータと不可視な電子すかしデータの2種類がある。

【0006】 可視な電子すかしデータは、画像に対して挿入される特殊な文字や記号、その他のデータであって、電子すかしデータが合成された画像を見た者が視覚的に感知できるものである。したがって、合成された画像については画質の劣化を招く一方で、合成画像の使用に対して、違法な複製等、不正な流用の防止を視覚的に訴える効果がある。

【0007】このような可視な電子すかしデータをデジタルデータに埋め込む技術については、例えば特開平8-241403号公報「画像の色変化のないデジタル・ウォーターマーキング」に開示されている。この特開平8-241403号公報に開示されている技術を適用した電子すかしデータ挿入装置は、電子すかし画像が現れる箇所では原画像の色度を変化するのを防止するため、原画像に対して可視な電子すかしデータを合成する際、画素ごとに検査して電子すかしデータの不透明な部分に対応する画素の輝度のみを変化させ、一方で色成分を変化させないようにする。画素の輝度成分を変化させるためのスケール値は、例えば色成分、乱数、電子すかしデータの画素の値によって決定される。

【0008】このような可視な電子すかしデータに対して、不可視な電子すかしデータは、例えば作者の識別情報等の特殊なデータであって、可視な電子すかしデータと比較すると、原画像に挿入される点で共通するが、原画像の画質を劣化させないように挿入される点で異なる。すなわち、原画像に挿入された不可視な電子すかしデータは、合成された画像に関し、挿入された電子すかしデータを視覚的に感知することができない。

【0009】これにより、電子すかしデータとして作者の識別を可能とする特殊な情報を埋め込むことによって、違法な複製が行われた後でも、挿入された電子すかしデータを検出することで原画像の作者を特定することが可能となる。また、複製の不許可を示す複製不可情報、若しくは複製の禁止を示す複製禁止情報を原画像に埋め込むことによって、再生装置内で複製不可情報を検出し、使用者に複製が許可されていない画像データであることを通知したり、あるいは複製防止機構を動作させてビデオ・テープ・レコーダ（Video Tape Recorder：VTR）等への複製を制限することが可能となる。

【0010】このような不可視な電子すかしデータをデジタル画像であるデジタルデータに埋め込む技術については、種々提案されている。第1の従来技術として、例えば原画像の画質への影響が少ない画素データの最下位ビット（Least Significant Bit：以下、LSBと略す。）に埋め込むものがある。しかしながら、第1の従来技術により電子すかしデータが挿入された合成画像からは、元の画像データの画質を劣化させることなく、電子すかしデータのみを取り除くことが容易であるという欠点があった。例えば、低域通過フィルタを用いることにより、画素データのLSBにあたる情報を失わせることができる。

【0011】また一般に、カラー静止画像データやカラー動画データを圧縮符号化するための国際標準符号化方式であるJPEG（Joint Photographic Experts Group）やMPEG（Moving Picture Experts Group）等で行われる画像圧縮処理は、このような画質に与える影響の少ない部分の情報量を落とすことにより、画像データ

としてのデータ量の削減を図っている。したがって、LSBに電子すかしデータが埋め込まれた画像データに対して画像圧縮処理を行うことは、この部分に埋め込まれた電子すかしデータが失われることを意味し、電子すかしデータの再検出が困難になる場合があるという欠点がある。

【0012】これに対して、第2の従来技術として例えば特開平6-315131号公報「情報埋め込み装置と再生装置」には、原画像データの連続するフレームの画像の相関を利用して再生時に周辺の領域で置き換えても画像を劣化させない領域を検出し、この領域に不可視な電子すかしデータを挿入することによって、再生側でその検出を容易化した技術が開示されている。

【0013】図11は、このような第2の従来技術を適用した電子すかしデータ挿入および検出装置からなる画像データ処理システムの構成の概要を表わしたものである。この画像データ処理システムは、画像データ10に所定の不可視な電子すかしデータを挿入する電子すかしデータ挿入装置11と、この電子すかしデータ挿入装置11によって挿入された不可視な電子すかしデータを含む合成画像を再生する電子すかしデータ検出装置12とを有している。電子すかしデータ挿入装置11によって電子すかしデータが挿入された合成画像データは、磁気テープ等の記録メディアに記録される。電子すかしデータ検出装置12はこの記録メディアに記録された画像データを再生するが、その際、画像データに挿入された電子すかしデータを検出する。

【0014】電子すかしデータ挿入装置11に入力された画像データ10は、バッファ13でバッファリングされる。検出装置14は、バッファ13にバッファリングされた画像データから連続するフレームの相関を検出し、その検出信号を制御装置15に供給する。検出装置14は、例えばフレームが連続する同一静止画の2番目のフレームを検出する。制御装置15は、検出されたフレーム内のレベル変換対象領域を決定し、バッファ13にバッファリングされた画像データに対して、変換装置16によりレベル変換を行って電子すかしデータを埋め込むとともに、どのフレームのどの領域に対してレベル変換を行ったかを示す変換情報17を出力する。変換装置16によってレベル変換が行われて電子すかしデータが埋め込まれた画像データは、記録処理装置18により磁気テープ等に記録される。

【0015】電子すかしデータ検出装置12は、再生処理装置19により、電子すかしデータが挿入された合成画像データが記録された磁気テープ等から画像データを再生するとともに、その復号時に信号欠落部分を検出する。また、電子すかしデータ検出装置12の制御装置20は、電子すかしデータ挿入装置11の制御装置15から出力された変換情報17を変換情報21として磁気テープの入手ルートとは別の正規のルートで取得すると、

変換情報21により示される電子すかしデータが埋め込まれた領域と信号欠落部分として検出された領域とがフレーム間補正されるように補正装置22を制御することによって、再生画像データ23を得る。このように電子すかしデータを挿入することで、電子すかしデータをLSBに挿入する場合と比較して、再生側で電子すかしデータの検出を容易にする。

【0016】しかしながら第2の従来技術では、全てのフレームに電子すかしデータが埋め込まれないため、電子すかしデータが埋め込まれていないフレームについては違法な複製を防止することはできない。また、連続するフレームが静止画であって連続するフレームに変化が無いことを前提にしているため、例えば動きの激しい動画の連続するフレーム間で相関が低くなるような場合には、電子すかしデータを埋め込む領域を特定できず、電子すかしデータを埋め込むことができない場合があるという欠点がある。

【0017】この他に不可視な電子すかしデータの埋め込みに関する技術である第3の従来技術として、例えば特開平5-30466号公報「映像信号記録装置および信号記録媒体」には、電子すかしデータ挿入装置側で映像信号を周波数変換し、周波数変換後の映像信号の周波数帯域よりも低い周波数信号を有する電子すかしデータとしての識別情報を埋め込むようにした技術が開示されている。電子すかしデータ検出装置では、広域通過フィルタを用いて元の映像信号を取り出し、低域通過フィルタを用いて埋め込まれている識別情報を取り出す。

【0018】この第3の従来技術では、画像圧縮処理が行われても挿入された電子すかしデータは失われず、また任意のフレームについて電子すかしデータを挿入できるが、画像データの周波数変換後の周波数領域よりも低い部分に電子すかしデータを埋め込むため、広域通過フィルタを用いて電子すかしデータを除去することが容易

$$F(i) = f(i) + \alpha | f(i) | \times w(i) \quad \dots (1)$$

【0022】ここで、 α はスケールングファクタである。最後に各*i*について得られる周波数成分として*f*(*i*)を*F*(*i*)に置き換え、これを電子すかしデータの埋め込まれた合成画像の周波数成分とし、IDCTによって合成画像を得る。

【0023】このようにして埋め込まれた電子すかしデータを検出する電子すかしデータ検出装置は、原画像データおよび電子すかしデータ候補*w*(*i*)を既知データとして次のようにして検出する。すなわち、電子すかし

$$W(i) = (F(i) - f(i)) / f(i) \quad \dots (2)$$

【0025】次に、ベクトルの内積を利用して、既知データである電子すかしデータ候補*w*(*i*)と、(2)式にしたがって抽出した電子すかしデータ*W*(*i*)との統計的類似度*C*を次の(3)～(5)式にしたがって算出する。

【0026】

に可能であるという欠点がある。

【0019】また例えば画像データを周波数変換し、周波数変換後の画像データの周波数成分の大きい領域に電子すかしデータを埋め込む第4の従来技術が提案されている(日経エレクトロニクス 1996. 4. 22 (no. 660) 13ページ参照)。この第4の従来技術を適用した電子すかしデータ挿入装置は、原画像データの周波数成分に対して電子すかしデータを埋め込むことにより、画像圧縮処理やフィルタリング等の画像処理において、画質に影響を与えない部分に挿入された電子すかしデータが失われることはない。さらに、電子すかしデータとして正規分布にしたがう乱数を採用することにより、例えば複数の電子すかしデータを埋め込むような場合においても電子すかしデータ同士の干渉を防ぐことができる。このため、画像データ全体に大きな影響を及ぼすことなく、電子すかしデータのみを破壊するといった不正行為を困難なものとしている。

【0020】すなわち、この電子すかしデータ挿入装置は、原画像を直交変換の1つとしての離散コサイン変換(Discrete Cosine Transform: 以下、DCTと略す。)により周波数成分に変換し、正規分布にしたがう乱数として算出された電子すかしデータを埋め込み、これを逆DCT(Inverse DCT: 以下、IDCTと略す。)を行って合成画像を得るものである。より具体的には、原画像データをDCTにより変換した周波数領域で高い値を示すデータを*n*個選択し、それぞれ*f*(1)、*f*(2)、・・・、*f*(*n*)とする。さらに、電子すかしデータ*w*(1)、*w*(2)、・・・、*w*(*n*)を平均0分散1である正規分布より選択し、各*i*(ただし、*i*=1, 2, ..., *n*)について、次の(1)式を計算する。

【0021】

データが挿入された合成画像データをDCTにより周波数成分に変換し、周波数領域において、電子すかしデータを埋め込んだ*f*(1)、*f*(2)、・・・、*f*(*n*)に対応する要素の値を*F*(1)、*F*(2)、・・・、*F*(*n*)とする。次に、*f*(*i*)および*F*(*i*)から、電子すかしデータ*W*(*i*)を次の(2)式にしたがって抽出する。

【0024】

$$W = (W(1), W(2), \dots, W(n)) \quad \dots (3)$$

$$w = (w(1), w(2), \dots, w(n)) \quad \dots (4)$$

$$C = W \times w / (WD \times wD) \quad \dots (5)$$

【0027】ここでWDをベクトル*W*の絶対値、*wD*をベクトル*w*の絶対値としている。この結果、(5)式で算出された統計的類似度*C*が、ある特定の値以上である

場合には、上述した電子すかしデータ候補が合成画像データに埋め込まれていると判定する。

【0028】この第4の従来技術における原画像データを所有している著作権等は、原画像データに対して電子すかしデータを埋め込んだ合成画像データを作成しておけば、違法な複製と思われるデジタル画像データに対して上述したように電子すかしデータを検出することによって、その違法性の判断を有効に行うことができる。

【0029】一方、第4の従来技術において電子すかしデータの検出には原画像データおよび電子すかしデータ候補 $w(i)$ が必要であることから、原画像を所有している著作権者が違法な複製と思われる画像データに対して電子すかしデータの検出処理を行って違法性の判定を行う場合には有効であるが、一般ユーザは原画像データが無いために上述したような電子すかしデータの検出処理を行うことができない。

【0030】第5の従来技術では、第4の従来技術を改

$$F(i) = f(i) + \alpha \times \text{avg}(f(i)) \times w(i) \quad \dots (6)$$

【0033】ここで、 $\text{avg}(f(i))$ は $f(i)$ の近傍3点、例えば、 $f(i-1)$ 、 $f(i)$ 、 $f(i+1)$ の絶対値の平均を取った部分平均である。その後、各 i について得られる周波数成分として $f(i)$ を $F(i)$ に置き換えた周波数領域における合成画像データに対して、MPEG符号化処理の後続処理を行う。

【0034】このようにして埋め込まれた電子すかしデータを検出する電子すかしデータ検出装置は、電子すかしデータ候補 $w(i)$ を既知データとして次のようにし

$$W(i) = F(i) / \text{avg}(F(i)) \quad \dots (7)$$

【0036】さらに1画像分の $W(i)$ の総和 $WF(i)$ を i ごとにそれぞれ計算する。次に、 $w(i)$ と $WF(i)$ の統計的類似度 C をベクトルの内積を利用し

$$WF = (WF(1), WF(2), \dots, WF(n)) \quad \dots (8)$$

$$w = (w(1), w(2), \dots, w(n)) \quad \dots (9)$$

$$C = WF \times w / (WFD \times wD) \quad \dots (10)$$

【0038】ここで WFD をベクトル WF の絶対値、 wD をベクトル w の絶対値としている。統計的類似度 C がある特定の値以上である場合には電子すかしデータが埋め込まれていると判定する。

【0039】第4または第5の従来技術により挿入された電子すかしデータは、第3の従来技術により挿入された電子すかしデータのように簡単なフィルタ処理によって除去されることはないが、MPEG符号化処理におけるDCT処理後に電子すかしデータが挿入された場合、量子化処理により一定の範囲の値の周波数成分の値が特定の量子化された値に変換されてしまうため、挿入されたはずの電子すかしデータが失われてしまう場合がある。したがって、挿入時と検出時における部分平均値に大きな誤差が生じ、結果的に電子すかしデータの検出精度を低下させてしまうという欠点がある。

【0040】これに対して第6の従来技術として、例え

良して、一般ユーザであっても既に埋め込まれた電子すかしデータを検出することができるMPEGシステムにおける電子すかしデータ挿入および検出装置に関するものである。

【0031】この第5の従来技術におけるMPEGシステムにおける電子すかしデータ挿入および検出装置は、原画像を 8×8 画素ブロックに分割し、このブロックを処理単位として、電子すかしデータの埋め込みおよび検出を行う。電子すかしデータ挿入装置は、MPEG符号化処理におけるDCT処理後の周波数領域でAC成分の周波数成分の低いものから順に、 $f(1)$ 、 $f(2)$ 、 \dots 、 $f(n)$ とし、電子すかしデータ $w(1)$ 、 $w(2)$ 、 \dots 、 $w(n)$ を平均0分散1である正規分布より選ぶ。次に、各 i について、次の(6)式を計算する。

【0032】

て検出する。原画像データは検出の際に必要なとしない。すなわち、MPEG伸張処理の逆量子化後のブロックの周波数領域において、周波数成分の低いものから順に、 $F(1)$ 、 $F(2)$ 、 \dots 、 $F(n)$ とする。 $F(i)$ の近傍3点の絶対値の平均値を部分平均 $\text{avg}(F(i))$ として、電子すかしデータ $W(i)$ を次の(7)式にしたがって算出する。

【0035】

て、次の(8)～(10)式にしたがって算出する。

【0037】

ば特開平10-191330号公報「デジタルデータへの識別データ挿入方式および検出方式」には、MPEG符号化処理の量子化後に電子すかしデータを埋め込み、MPEG伸張処理の逆量子化前に電子すかしデータの検出を行うようにした技術が開示されている。これにより量子化による電子すかしデータの消失を回避することができるので、挿入時および検出時の部分平均の誤差にともなう電子すかしデータ検出精度の低下を防止することができる。

【0041】さらにこの他に不可視な電子すかしデータを挿入する第7の従来技術として、例えば特開平11-55639号公報「デジタルデータのエンコードシステムおよび電子すかしデータ挿入方法並びに制御プログラムを格納した記憶媒体」には、NTSCのような奇数フィールドと偶数フィールド、あるいはY成分（輝度成分）、U成分（第1の色差成分）、V成分（第2の色差

成分)等の一連のフィールドデータからなるデジタル画像データに対してフィールドごとに、それぞれ対応した電子すかしデータを挿入するようにした技術が開示されている。これにより、非常に簡素な構成で1つの原画像データに複数の電子すかしデータを挿入することができる。

【0042】ところで、一般的に動画画は静止画像よりも知覚できる解像度が高いという人間の視覚特性に着目すると、電子すかしデータが埋め込まれた合成画像の画質をできるだけ劣化させないようにするためには、埋め込まれる電子すかしデータを弱くする必要がある。上述した第2～第7の従来技術では、不可視な電子すかしデータとして埋め込む信号は、上述したフィルタ処理や画像圧縮処理により大幅に減衰する。その一方、埋め込む信号の強度が大きいと、合成画像の画質を劣化させてしまう。本来電子すかしデータとして埋め込む信号の強度は画像圧縮処理の方法等に依存するため、その強度について考慮する必要がある。しかしながら、第2～第7の従来技術のように埋め込む電子すかしデータの信号の強度を考慮しない場合、再生側で合成画像データに埋め込まれた電子すかしデータの検出ができないことがあり、その検出精度を著しく低下させるという問題がある。

【0043】そこで第8の従来技術として、例えば特開平11-341452号公報「動画画像電子すかしシステム」には、画質を劣化させない範囲で各フレームに電子すかしデータの信号を弱く埋め込み、再生側でこれを十分な強さになるまで蓄積して判定を行うことにより、原画像に強く電子すかしデータの信号を埋め込んだ場合と同様の再生側における検出精度を達成するようにした技術が開示されている。

【0044】

【発明が解決しようとする課題】上述したように原画像に不可視な電子すかしデータを挿入する場合、簡単なフィルタ処理によって除去されたり、任意のフレームに電子すかしデータが挿入できなかつたり、量子化処理により電子すかしデータが失われる等の問題があった。

【0045】さらに、第4～第6の従来技術では、合成画像1フレームについて複数の電子すかしデータを埋め込む技術については何ら開示も示唆もされていないことから、1フレームに共通して電子すかしデータが挿入された場合、かえって合成画像の画質の劣化が生ずるという問題がある。

【0046】さらにまた、第7の従来技術では、簡素な構成で複数の電子すかしデータを埋め込むことができるものの、動画画像特有の特性によりその強度を考慮しない場合、合成画像の画質の劣化や埋め込まれた電子すかしデータの検出精度を低下させてしまうという問題が発生する。

【0047】これに対して第8の従来技術では、画質を劣化させない範囲で各フレームに電子すかしデータの信

号を弱く埋め込み、再生側でこれを十分な強さになるまで蓄積して判定を行うことで、検出精度の向上を図っている。

【0048】しかしながら第8の従来技術では、再生側で蓄積するフレーム数に対応した可変の閾値を用いて、弱く埋め込まれた電子すかしデータの信号を蓄積判定するため、閾値を超えずに埋め込まれた電子すかしデータの信号を検出できない時間を保証することができないという問題がある。すなわち、再生側で電子すかしデータの信号が検出されないことは、結果的に非常に長い検出時間が必要であったり、あるいは全く検出することができないことを意味し、電子すかしデータが検出されないことが何に起因するかを解析することが困難となる場合がある。したがって、次に挿入された電子すかしデータが検出されるべき時間が明確であって、一旦検出されなくてもその次で検出されるような強度の電子すかしデータの信号を埋め込むといった検出精度の適正化を図ることが望ましい。さらに第8の従来技術では、検出精度を考慮して、埋め込まれる電子すかしデータの信号の強度を設定していることから、電子すかしデータを挿入する場合これを簡素な構成でできるだけ高精細な画質を得ることができることが望ましい。

【0049】そこで本発明の目的は、検出されない時間を保証するとともに、簡素な構成でできるだけ画質を劣化させることなく電子すかしデータの挿入および検出を行うことができる電子すかしデータ挿入装置および検出装置を提供することにある。

【0050】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明では、(イ)複数分割した画素ブロックごとに1フレームの画像データを周波数領域に変換する周波数領域変換手段と、(ロ)あらかじめ複数の電子すかしデータを記憶する電子すかしデータ記憶手段と、(ハ)この電子すかしデータ記憶手段に記憶されている電子すかしデータの中から画素ブロックそれぞれに対応して挿入すべき電子すかしデータを指定する挿入情報を記憶する挿入情報記憶手段と、(ニ)画素ブロックごとに挿入情報記憶手段に記憶された挿入情報によって指定される電子すかしデータを電子すかしデータ記憶手段から選択出力する電子すかしデータ選択出力手段と、(ホ)この電子すかしデータ選択出力手段によって選択出力された電子すかしデータを周波数領域変換手段によって周波数領域に変換された画像データに挿入する電子すかしデータ挿入手段とを電子すかしデータ挿入装置に具備させる。

【0051】すなわち請求項1記載の発明では、電子すかしデータ挿入装置に、電子すかしデータ記憶手段と挿入情報記憶手段とを設け、それぞれあらかじめ複数の電子すかしデータと、これら電子すかしデータの中から1フレームの画素ブロックそれぞれに対応して挿入すべき電子すかしデータを指定する挿入情報とを記憶させるよ

うにした。そして、電子すかしデータ選択出力手段により、画素ブロックごとに挿入情報によって指定される電子すかしデータを選択出力させ、周波数領域変換手段によって、複数分割した画素ブロックごとに1フレームの画像データを周波数領域に変換した画像データに挿入させるようにした。

【0052】請求項2記載の発明では、(イ)あらかじめ1フレームを複数分割した画素ブロックごとに挿入される電子すかしデータの種別を指定する挿入情報を記憶する挿入情報記憶手段と、(ロ)この挿入情報記憶手段に記憶された挿入情報に基づいて、挿入される電子すかしデータが同一の画素ブロックの周波数領域における画像データの加算結果に対応した抽出データを抽出する電子すかしデータ抽出手段と、(ハ)あらかじめ画素ブロックそれぞれに挿入されている電子すかしデータを記憶する電子すかしデータ記憶手段と、(ニ)電子すかしデータ抽出手段によって抽出された抽出データとこの電子すかしデータ記憶手段に記憶されている電子すかしデータそれぞれとの間の統計的類似度を算出する電子すかしデータ検出手段と、(ホ)この電子すかしデータ検出手段によって算出された統計的類似度に基づいて電子すかしデータが検出されたか否かを判定する判定手段とを電子すかしデータ検出装置に具備させる。

【0053】すなわち請求項2記載の発明では、電子すかしデータ検出装置に、挿入情報記憶手段と電子すかしデータ記憶手段を設け、あらかじめ1フレームを複数分割した画素ブロックごとに挿入される電子すかしデータの種別を指定する挿入情報と、各画素ブロックに挿入される電子すかしデータを記憶するようにした。そして、電子すかしデータ抽出手段により、挿入情報に基づいて、挿入される電子すかしデータが同一の画素ブロックの周波数領域における画像データを加算することによってその加算結果に対応した抽出データを抽出し、これと電子すかしデータ記憶手段に記憶されている電子すかしデータそれぞれとの間の統計的類似度を、電子すかしデータ検出手段で算出し、この統計的類似度に基づいて電子すかしデータが検出されたか否かを判定するようにした。

【0054】請求項3記載の発明では、請求項2記載の電子すかしデータ検出装置で、電子すかしデータ検出手段によって算出された統計的類似度を一定時間ごとに累積加算する電子すかしデータ加算手段を備え、判定手段はこの電子すかしデータ加算手段によって一定時間ごとの累積加算値とあらかじめ決められた閾値とを比較することにより電子すかしデータが検出されたか否かを判定するものであることを特徴としている。

【0055】すなわち請求項3記載の発明では、統計的類似度を一定時間ごとに累積加算し、これとあらかじめ決められた閾値とを比較することにより電子すかしデータが検出されたか否かを判定するようにした。これによ

り、電子すかしデータの検出されるべき時間を明確にして、一旦検出されなくても次回検出されるような強度の電子すかしデータの信号を埋め込み、検出精度の適正化を図ることができるようになる。

【0056】請求項4記載の発明では、請求項1記載の電子すかしデータ挿入装置で、電子すかしデータ挿入手段は、画像データに対して量子化を行ってから電子すかしデータを挿入し、この電子すかしデータが挿入された合成画像データに対してハフマン符号化を行うハフマン符号化手段を備えることを特徴としている。

【0057】すなわち請求項4記載の発明では、請求項1記載の発明によって各画素ブロックに相関の低い電子すかしデータを挿入することで画質の劣化しない合成画像データをMPEGデータのように圧縮して保存することができる電子すかしデータ挿入装置を提供することができるようになる。

【0058】請求項5記載の発明では、請求項2または請求項3記載の電子すかしデータ検出装置で、電子すかしデータ抽出手段はあらかじめハフマン符号化された1フレームの合成画像データの各画素ブロックごとに復号化を行ってから、挿入情報に基づいて、挿入される電子すかしデータが同一の画素ブロックの周波数領域における画像データの加算結果に対応した抽出データを抽出するものであることを特徴としている。

【0059】すなわち請求項5記載の発明では、MPEGデータのようなハフマン符号化されて圧縮された合成画像データに対して、請求項2または請求項3記載の発明による微弱な強度の電子すかしデータの検出精度を維持した電子すかしデータ検出装置を提供することができる。

【0060】

【発明の実施の形態】

【0061】

【実施例】以下実施例につき本発明を詳細に説明する。

【0062】図1は、本発明の一実施例における電子すかしデータ挿入装置の構成の概要を表わしたものである。本実施例における電子すかしデータ挿入装置は、原画像30を $k \times k$ (k は自然数)画素ブロックごとに分割した画像データ31にDCTを行って周波数領域に変換するDCT変換器32と、DCT変換器32により周波数領域の各成分ごとに得られたDCT係数を量子化する量子化器33と、量子化された各DCT係数に対して電子すかしデータを挿入する電子すかしデータ挿入器34とを備えている。

【0063】また、本実施例における電子すかしデータ挿入装置は、電子すかしデータが挿入された合成画像を表示させるために、電子すかしデータ挿入器34によって電子すかしデータが挿入された周波数成分の各信号を逆量子化する逆量子化器35と、逆量子化器35によって逆量子化された周波数成分の各信号に対してIDCT

を行って合成画像36において画素データ31に対応する位置の $k \times k$ 画素ブロックの合成画像データ37に変換するIDCT変換器38とを備えている。

【0064】さらにこの電子すかしデータ挿入装置は、電子すかしデータが挿入された画像データを保存するために、電子すかしデータ挿入器34によって電子すかしデータが挿入された周波数成分の各信号を符号化して圧縮データ39を生成するハフマン符号化器40を備えている。

【0065】さらにまた本実施例における電子すかしデータ挿入装置は、あらかじめ第1～第 j (j は、2以上の自然数)の電子すかしデータ41₁～41_jが格納されている電子すかしデータテーブル42と、電子すかしデータセクタ43とを備えている。電子すかしデータセクタ43によって電子すかしデータテーブル42に登録されている j 種類の電子すかしデータから択一的に選択されて取り出された電子すかしデータが、電子すかしデータ挿入器34によって画像データに挿入される。

【0066】DCT変換器32は、直交変換としてのDCTを行くことによって、 $k \times k$ 画素ブロックの画像データ31から各周波数成分のコサイン関数の係数として変換されたDCT係数を得る。自然画像では、画素ごとに近い周波数成分を有していることが知られており、このDCTによって得られた係数は、DC成分といったある特定の周波数成分の係数周辺部に集中する。

【0067】量子化器33は、このように得られたDCT係数を量子化する。これにより、この集中した係数周辺部のみが残る。

【0068】電子すかしデータ挿入器34は、量子化器33によって量子化された各周波数成分のDCT係数に対して、電子すかしデータを挿入する。本実施例における電子すかしデータ挿入器34は、原画像30を $k \times k$ 画素ブロックごとに分割した各分割領域に対応して、電子すかしデータテーブル42に登録されている j 種類の電子すかしデータのうち挿入すべき電子すかしデータを指定する挿入情報があらかじめ設定されている。

【0069】図2は、この電子すかしデータ挿入器に設定されている挿入情報の概要を表わしたものである。すなわち、この挿入情報50には、原画像30の1フレームを $k \times k$ 画素ブロックごとに分割した $A \times B$ (A 、 B は自然数)個のブロックそれぞれに、電子すかしデータテーブル42に格納されている各電子すかしデータを特定する番号が設定されている。例えば、原画像30の左上隅のブロック51から右横に、第1の電子すかしデータ41₁、第3の電子すかしデータ41₃、第2の電子すかしデータ41₂、…が順に指定されている。

【0070】電子すかしデータセクタ43は、量子化器33で量子化された周波数領域の画像データであるDCT係数について、原画像30におけるブロック位置を判別する。そして、判別したブロックに対応して上述し

た挿入情報に記憶されている電子すかしデータを、電子すかしデータテーブル42から取り出し、電子すかしデータ挿入器34に供給する。

【0071】一般に、自然画像は、互いに隣接する画像データは相関が高いため、各フレームのDCT係数に一樣に共通の電子すかしデータを挿入すると、その結果も相関が高いままとなる。したがって、合成された画像自体も、挿入された電子すかしデータにより画質が劣化する。そこで、このように1フレームを複数分割した画像領域ごとに、互いに相関が低い電子すかしデータを挿入させることで画質の劣化を回避する。

【0072】図3は、電子すかしデータテーブルに登録されている第1の電子すかしデータの一例を表わしたものである。第1の電子すかしデータ41₁は、画像データに対するDCTによって変換された周波数領域のDCT係数それぞれに対して、“+”、“0”、“-”からなる。ここで、例えば“+”は対応するDCT係数を“+1”することを示し、“0”は何も演算しないことを示し、“-”は対応するDCT係数を“-1”することを示す。これにより、互いに周波数成分の近い各画素ブロックごとに、相関の低い電子すかしデータを挿入させることによって、各画素ブロックのDCT係数それぞれに対して一樣の電子すかしデータを挿入する場合に比べて、画質の劣化を回避する。

【0073】このように電子すかしデータ挿入器34は、原画像30の分割された各画素ブロックごとに、各画素ブロックの位置に対応してあらかじめ電子すかしデータテーブル42に登録され互いに隣接する画素ブロックおよび周波数成分において相関の低い電子すかしデータを、量子化器33で量子化された各周波数成分のDCT係数に挿入するようにしている。

【0074】図1に戻って説明を続ける。逆量子化器35は、上述したように電子すかしデータ挿入器34によって電子すかしデータが挿入された各周波数成分のDCT係数に対して量子化器33で行った量子化とは逆の逆量子化を行って、DCT変換器32によって変換された各周波数成分のDCT係数に相当する逆量子化データを生成する。

【0075】IDCT変換器38は、逆量子化器35によって逆量子化された逆量子化データに対してDCT変換器32で行ったDCTに対応するIDCTを行って、電子すかしデータが挿入された $k \times k$ 画素ブロックの合成画像データ37を生成する。

【0076】一方、ハフマン符号化器40は、上述したように電子すかしデータ挿入器34によって電子すかしデータが挿入された各周波数成分のDCT係数の1次元系列に対し、各データパターンの発生頻度を統計的に解析し、発生頻度の多いデータには短い符号語を、発生頻度の少ないデータには長い符号語を、それぞれ割り当てたハフマン符号列に変換し、圧縮データ39を生成す

る。

【0077】このように本実施例における電子すかしデータ挿入装置は、原画像の1フレームを所定の画素ブロックごとに分割した画像データ31に対し、DCT変換器32で各周波数成分のDCT係数に変換し、さらに量子化器33で量子化する。そして、これに画像データ31の原画像30における位置に対応してあらかじめ電子すかしデータテーブル42に登録されている電子すかしデータを挿入する。このように電子すかしデータが挿入された各周波数成分のDCT係数は、合成画像を得る場合は逆量子化器35で量子化器33に対応して逆量子化を行った後、IDCT変換器38でDCT変換器32に対応したIDCTを行って合成画像データ37を得る。一方、圧縮データ39として保存したい場合には、ハフマン符号化器40でハフマン符号列に変換する。

【0078】続いて、この電子すかしデータ挿入装置によって挿入された電子すかしデータを検出する電子すかしデータ検出装置について説明する。

【0079】図4は、本実施例における電子すかしデータ検出装置の構成の概要を表わしたものである。本実施例における電子すかしデータ検出装置は、上述したように電子すかしデータが挿入された合成画像データをハフマン符号化により圧縮した圧縮データ60に対して復号化を行う復号化器61と、復号化器61によって復号化された周波数領域の画像データを逆量子化する逆量子化器62と、逆量子化器62によって逆量子化された周波数成分の各信号に対してIDCTを行って合成画像63における $k \times k$ 画素ブロックの合成画像データ64に変換するIDCT変換器65とを備えている。

【0080】復号化器61は、電子すかしデータ挿入装置のハフマン符号化器40で行われたハフマン符号化に対応した復号化を行う。

【0081】逆量子化器62は、電子すかしデータ挿入装置の逆量子化器35と同様のものであり、復号化器61によって復号化された各周波数成分のDCT係数について、電子すかしデータ挿入装置の量子化器33で行った量子化とは逆の逆量子化を行って、電子すかしデータ挿入装置のDCT変換器32によって変換された各周波数成分のDCT係数に相当する逆量子化データを生成する。

【0082】IDCT変換器65は、電子すかしデータ挿入装置のIDCT変換器38と同様のものであり、逆量子化器62によって逆量子化された逆量子化データに対して、電子すかしデータ挿入装置のDCT変換器32で行ったDCTに対応するIDCTを行って、電子すかしデータが挿入された $k \times k$ 画素ブロックの合成画像データ64を生成する。

【0083】本実施例における電子すかしデータ検出装置は、このようにして電子すかしデータの挿入された画像63を表示させることができるとともに、この挿入さ

れた電子すかしデータそのものを検出することができるようになっている。

【0084】このため、電子すかしデータ検出装置は、復号化器61によって復号化された周波数領域の画像データから電子すかしデータを抽出する電子すかしデータ抽出器66と、電子すかしデータ抽出器66によって抽出された電子すかしデータが所定の位置に格納される抽出データテーブル67と、図1に示した電子すかしデータ挿入装置の電子すかしデータテーブル42と同一内容のデータが記憶されている電子すかしデータテーブル68と、電子すかしデータテーブル68に記憶されている電子すかしデータを順次供給する電子すかしデータセレクトタ69と、抽出データテーブル67に格納されている抽出された電子すかしデータと電子すかしデータセレクトタ69によって供給される電子すかしデータとの統計的類似度を算出することによって電子すかしデータを検出する電子すかしデータ検出器70と、電子すかしデータ検出器70によって算出された統計的類似度を一定時間だけ累積加算する電子すかしデータ加算器71と、電子すかしデータ加算器71の累積加算結果とあらかじめ決められた閾値とを比較しその比較結果を電子すかしデータの検出判定結果72として出力する判定器73とを備えている。

【0085】電子すかしデータ抽出器66は、図2に示した挿入情報と同一内容を記憶しており、この挿入情報に基づいて電子すかしデータを抽出する。すなわち、図2に示したように1フレームを $k \times k$ 画素ブロックごとに分割した $A \times B$ 個のブロックについて、挿入情報を参照し、挿入される電子すかしデータが同一のもの同士を加算する。各電子すかしデータは図3に示したように一定の周波数成分のDCT係数のみ、“+1”や“-1”などが行われるため、1フレームのうち同一のすかしデータを挿入した画素ブロックの周波数領域の画像データを加算することによって、特定の周波数成分のDCT係数のみが突出して“+”側あるいは“-”側等に偏った周波数成分を得ることができる。そこで、電子すかしデータ抽出器66は、このような偏った周波数成分を抽出データとして抽出データテーブル67に格納する。

【0086】電子すかしデータ検出器70では、電子すかしデータセレクトタ69によって、電子すかしデータテーブル68にあらかじめ格納されている電子すかしデータが順次供給される。そして、抽出データテーブル67に格納されている抽出データと、供給される電子すかしデータそれぞれについて統計的類似度を算出する。

【0087】電子すかしデータ加算器71は、あらかじめ決められた一定時間単位に、電子すかしデータ検出器70によって算出された統計的類似度を累積加算する。

【0088】判定器73は、あらかじめ閾値が設定されており、電子すかしデータ加算器71から供給される累積加算値と比較し、閾値を超えたとき電子すかしデータ

が検出されたものと判別する。

【0089】ここで、累積加算値は、上述した一定時間が経過したとき、あるいは閾値を超えたときにリセットされる。

【0090】図5は、例えば特開平11-55639号公報に開示された従来技術の電子すかしデータの検出原理を模式的に表わしたものである。すなわち、電子すかしデータ検出器80によって検出された値Nがそのまま検出結果となり、これをあらかじめ決められた閾値と比較することで、電子すかしデータの検出の可否を判定する。したがって、画質を劣化させないように微弱な強度の電子すかしデータを挿入すると、検出されない場合がある。一方、電子すかしデータの検出精度を向上させようとして、電子すかしデータの強度を強くすると、画質が劣化する。そこで本実施例では、微弱な強度の電子すかしデータを挿入した場合であっても、その検出精度を向上させるため、累積加算を行い、この累積加算値により検出を行う。

【0091】図6は、本実施例における電子すかしデータの検出原理を模式的に表わしたものである。ただし、図4に示した本実施例における電子すかしデータ検出装置と同一部分には同一符号を付し、説明を省略する。すなわち、電子すかしデータ検出器70によって検出された値nは、1フレームを分割した画素ブロックのうち同一電子すかしデータが挿入された画素ブロックの統計的類似度である。この統計的類似度を、電子すかしデータ加算器71で一定時間ごとに累積加算し、これを検出結果Nとし、あらかじめ決められた閾値と比較することで、電子すかしデータの検出の可否を判定する。したがって、画質を劣化させないように微弱な電子すかしデータを挿入した場合であっても、その検出精度を向上させることができる。

【0092】以下、このような構成の本実施例における電子すかしデータ挿入および検出装置の動作について説明する。ここでは、MPEG標準の画像データに電子すかしデータを挿入する電子すかしデータ挿入装置と、これを検出する電子すかしデータ検出装置について説明する。

【0093】図7は、MPEG標準の符号化方式による画像データの構成の概要を表わしたものである。同図(a)は、シーケンス層の画像データの構成を示す。同図(b)は、グループ・オブ・ピクチャ(Group Of Picture: 以下、GOPと略す。)層の画像データの構成を示す。同図(c)は、ピクチャ層の画像データの構成を示す。同図(d)は、スライス層の画像データの構成を示す。同図(e)は、マクロブロック層の画像データの構成を示す。同図(f)は、ブロック層の画像データの構成を示す。このように、MPEG標準で符号化された画像データは、複数の層から構成されている。

【0094】同図(a)に示すシーケンス層は、シーケ

ンス・ヘッダ・コード(Sequence Header Code: SHC)で始まるGOPの集合からなるシーケンス90を有する。このシーケンス90は、例えば1つの動画像データとなる。各GOPの先頭にはSHCが挿入され、例えば画像サイズやビットレート情報が含まれる。

【0095】同図(b)に示すGOP層のGOP91は、シーケンス層のGOPであって、輝度情報および色差情報からなる1フレームあるいは1フィールドであるピクチャの集合である。各ピクチャは、ピクチャ・スタート・コード(Picture Start Code: PSC)に始まり、Iピクチャ(Intra-coded picture)、Pピクチャ(Predictive-coded picture)、Bピクチャ(Bidirectionally predictive-coded picture)の3種類の形式で符号化される。また、ピクチャはブロックに細分され、ブロック単位でDCTを行い、適当な量子化係数で量子化され、ハフマン符号化される。

【0096】図8は、MPEG標準で符号化されるピクチャを模式的に表わしたものである。上述したように各フレームごとにIピクチャ、Pピクチャ、Bピクチャの3種類の形式で符号化される。Iピクチャは独立して符号化される。PピクチャおよびBピクチャは時間的に離れた他の画像を参照画像とし、その画像との差分値のみを画像情報として符号化される。すなわち、Pピクチャは、逆方向予測95により、時間的に前の画像を参照画像として符号化される。一方、Bピクチャは、逆方向予測95による時間的に前の画像のみならず、順方向予測96により時間的に後の画像をも参照画像として符号化される。GOPの最初のピクチャをIピクチャとし、一連の動画像データに適宜Iピクチャを挿入することで、ランダムにアクセスしたい画像の編集ポイントとすることができる。

【0097】図7に戻って説明を続ける。同図(c)に示すピクチャ層は、GOP層の各ピクチャ92であり、それぞれスライス・スタート・コード(Slice Start Code: 以下、SSCと略す。)で始まる複数のスライスから構成されている。各スライスは、動き補償予測の単位となる複数のマクロブロック(Macro Block: 以下、MBと略す。)からなる。また、各フレームのフィールド情報は、同図(d)に示すようにSSCに続くスライス層以下にあるマクロブロック(Macro Block: 以下、MBと略す。)93内にある。

【0098】同図(e)に示すMB層は、スライス層を構成するMB内に輝度情報Yを示すブロックが4つ、色差情報Cb、Crを示すブロック層が2つの計6つのブロック層により表わされる。各ブロック94は、同図(f)に示すように8×8画素ブロックごとに分割され、このブロック単位でDCT演算が行われる。各画素ブロックでは、2次元DCT演算により周波数成分のDCT係数として変換される。この結果、得られたDCT係数は2次元となるため、これを低周波数成分から順に

走査することによって1次元データに変換する。一般に、自然画像の場合、DC成分が最もDCT係数が大きく、周波数成分が高くなるほどDCT係数が小さくなるため、量子化することでDCT係数が零となる確率が高くなる。そこで、符号の発生頻度に応じて可変長符号化を行うハフマン符号化により符号化効率が最もよくなるような順序で走査が行われる。

【0099】図9は、DCTによって変換されたDCT係数の走査の様子を表わしたものである。すなわち、 8×8 画素ブロックに対して、2次元のDCTにより、水平方向の空間周波数 f_H と垂直方向の空間周波数 f_V それぞれについてDCT係数が得られる。図中の“1”の位置は、DCT変換領域のDC成分を示しており、この位置から右方向にいくほど水平方向のDCT変換領域が高域になり、下方向にいくほど垂直方向のDCT変換領域が高域になる。したがって、最初左上隅の“1”の位置から走査を始め“2”，“3”，…，“64”の順序で、すなわちDCT変換領域の低域から高域に斜め方向にジグザグ走査を行うことで、64個のDCT係数を1次元系列に変換することができる。

【0100】次に、このようなMPEG標準で符号化された画像データに電子すかしデータを挿入する本実施例における電子すかしデータ挿入装置について、図1を参照しながら説明する。本実施例における電子すかしデータ挿入装置は、DCT変換器32により原画像30から 8×8 画素ブロックごとに分割した画素ブロックデータである画像データ31に対してDCT変換を行って、周波数領域のDCT係数に変換する。DCT変換器32によって変換された各周波数成分のDCT係数は、量子化器33により、所定の量子化係数で量子化される。

【0101】上述したように、電子すかしデータ挿入器34は、原画像30を 8×8 画素ブロックごとに分割した各分割領域それぞれに対応して、あらかじめ挿入すべき電子すかしデータを指定する挿入情報が設定されている。電子すかしデータ挿入器34は、量子化された画素ブロックデータの原画像30における位置に対応して図2に示す挿入情報に記憶された電子すかしデータを電子すかしデータテーブル42から取り出す。そして、この量子化された画素ブロックデータに、電子すかしデータテーブル42から取り出した電子すかしデータを挿入する。

【0102】図10は、本実施例における電子すかしデータ挿入器の動作の概要を模式的に表わしたものである。このように電子すかしデータ挿入器34は、各ピクチャごとに電子すかしデータWを挿入する。すなわち、量子化器33で量子化されたIピクチャの周波数領域のDCT係数に、電子すかしデータWを挿入することによって、IピクチャのDCT係数はIからI+Wとなる。同様に、量子化器33で量子化されたBピクチャの周波数領域のDCT係数に、電子すかしデータWを挿入する

ことによって、BピクチャのDCT係数はBからB+Wとなる。さらに、量子化器33で量子化されたPピクチャの周波数領域のDCT係数に、電子すかしデータWを挿入することによって、PピクチャのDCT係数はPからP+Wとなる。本実施例では、各ピクチャの画素ブロックごとに、それぞれ異なる電子すかしデータが挿入される。

【0103】このように電子すかしデータが挿入された合成画像を、再び表示させる場合には、逆量子化器35により、各周波数成分のDCT係数に対して量子化器33で行った量子化とは逆の逆量子化を行う。そして、IDCT変換器38により、DCT変換器32で行ったDCTに対応するIDCTを行って、電子すかしデータが挿入された 8×8 画素ブロックの合成画像データ37を生成する。この合成画像データ37は、合成画像36の表示領域に対応する格納領域に対して、DCT変換器32によって取り出された原画像30における画像データ31の表示領域に対応した位置に格納される。このような動作を1フレーム全てに行うことで、1フレームの各 8×8 画素ブロックごとにそれぞれ、あらかじめ決められた電子すかしデータが挿入される。

【0104】一方、上述したように電子すかしデータが挿入された合成画像を送信あるいは保存するために圧縮する場合には、ハフマン符号化器40により、各データパターンの発生頻度を統計的に解析し、発生頻度の多いデータには短い符号語を、発生頻度の少ないデータには長い符号語を、それぞれ割り当てたハフマン符号列に変換し、圧縮データ39を生成する。

【0105】次に、このように挿入された電子すかしデータを検出することができる本実施例における電子すかしデータ検出装置について、図4を参照しながら説明する。本実施例における電子すかしデータ検出装置は、上述したように電子すかしデータが挿入された合成画像を表示させたい場合、復号化器61により符号化されて圧縮された圧縮データ60から 8×8 画素ブロックの画像データを取り出し、電子すかしデータ挿入装置のハフマン符号化器40で行われたハフマン符号化に対応した復号化を行う。その後、IDCT変換器65により電子すかしデータ挿入装置の量子化器33で行った量子化とは逆の逆量子化を行って、合成画像63の表示領域に対応して格納される格納領域に対して、原画像30における画像データ31の表示領域に対応した位置に格納される。このような動作を1フレーム全てに行う。

【0106】一方、挿入された電子すかしデータを検出する場合、電子すかしデータ抽出器66により、復号化器61で復号化された復号化データから電子すかしデータが抽出される。電子すかしデータ抽出器66は、図2に示した挿入情報と同一内容を記憶しており、この挿入情報に基づいて1フレームの全ての画素ブロックについて、同一電子すかしデータを挿入した画素ブロックの周

波数領域の DCT 係数同士を加算する。

【0107】これにより、1 フレームの中で同一のすかしデータを挿入した画素ブロックの周波数領域における特定の DCT 係数のみが突出して“+”側あるいは“−”側等に偏った値となるため、DCT 係数ごとにあらかじめ決められた閾値を超えたときに“+”側、あるいは“−”側と判別されたデータを抽出データとして抽出データテーブル 67 に格納する。

【0108】1 フレームの全ての画素ブロックについて抽出された抽出データが抽出データテーブル 67 に格納されると、電子すかしデータ検出器 70 で統計的類似度を算出する。電子すかしデータ検出器 70 には、電子すかしデータセクタ 69 によって、電子すかしデータ

$$WW = (W(1), W(2), \dots, W(n)) \quad \dots (11)$$

$$ww = (w(1), w(2), \dots, w(n)) \quad \dots (12)$$

$$C = WW \times ww / (WWD \times wwD) \quad \dots (13)$$

【0111】ここで WWD をベクトル WW の絶対値、wWD をベクトル ww の絶対値としている。この結果、(13) 式で算出された統計的類似度 C が、電子すかしデータ加算器 71 に供給される。

【0112】電子すかしデータ加算器 70 は、あらかじめ一定時間だけ電子すかしデータ検出器 70 によって算出された統計的類似度 C を累積加算し、その結果を判定器 73 に出力する。判定器 73 は、電子すかしデータ加算器 71 から供給される累積加算値があらかじめ決められた閾値より大きいとき、電子すかしデータが検出されたものと判定し、閾値以下のときは電子すかしデータは検出されないものと判定する。なお、累積加算値がこの閾値より大きいと判別されたとき、あるいは電子すかしデータ加算器 71 で累積加算される一定時間を経過したとき、この累積加算値はリセットされる。

【0113】以上説明したように本実施例における電子すかしデータ挿入装置は、電子すかしデータ挿入器 34 に原画像を分割する画素ブロックごとにあらかじめ挿入すべき電子すかしデータを指定する挿入情報を記憶させ、この挿入情報に基づいてあらかじめ登録された複数の電子すかしデータ 41₁ ~ 41_j が記憶された電子すかしデータテーブル 42 から指定された電子すかしデータを、周波数領域において各画素ブロックに挿入するようにした。そして、これを検出する電子すかしデータ検出装置は、電子すかしデータ抽出器 66 に電子すかしデータ挿入器 34 に記憶された挿入情報と同一内容の挿入情報を記憶させ、挿入される電子すかしデータが同一の画素ブロックごとに周波数領域の画像データを加算し、それぞれ挿入された電子すかしデータに依存して突出する周波数領域の画像データを抽出する。さらに電子すかしデータ検出器 70 により、電子すかしデータ挿入装置の電子すかしデータテーブル 42 と同一内容の電子すかしデータテーブル 68 に記憶された各電子すかしデータに対して統計的類似度を算出する。そして、これを電子す

かしデータ加算器 71 にあらかじめ格納されている電子すかしデータが順次供給されており、各電子すかしデータについて抽出データテーブル 67 に格納されている抽出データと間の統計的類似度を算出する。

【0109】統計的類似度は、例えば 8 × 8 画素ブロックごとに得られる DCT 係数のうち周波数成分の低い方から順に n 個を、電子すかしデータセクタ 69 によって供給される既知データである電子すかしデータ候補 $w_w(i)$ と、抽出データテーブル 67 に格納されている抽出された電子すかしデータ $WW(i)$ との統計的類似度 C を次の (11) ~ (13) 式にしたがって算出する。

【0110】

かしデータ加算器 71 により一定時間だけ累積加算し、一定時間経過後あるいはあらかじめ決められた閾値を超えたときにリセットされる累積加算結果が、この閾値を超えたとき電子すかしデータが検出されたと判定する。これにより、1 フレームの画素ブロックごとに異なる電子すかしデータを挿入することができるとともに、さらに微弱な信号を挿入できるので、従来に比べて簡素な構成で、画質の劣化を抑えることができる電子すかしデータ挿入および検出装置を提供することができる。また、このように挿入された電子すかしデータの検出されるべき時間を明確にして、一旦検出されなくても次回検出されるような強度の電子すかしデータの信号を埋め込み、検出精度の適正化を図ることができるようになる。

【0114】なお本実施例には、MPEG 標準の符号化方式について説明したが、これに限定されるものではない。例えば、DCT を用いる他の画像符号化方式である H. 261 等にも適用することができるのは当然である。

【0115】

【発明の効果】以上説明したように請求項 1 記載の発明によれば、1 フレームの画素ブロックごとに異なる電子すかしデータを挿入することができるので、従来に比べて簡素な構成で、画質の劣化を抑えることができるようになる。

【0116】また請求項 2 記載の発明によれば、1 フレームの画素ブロックごとに異なる電子すかしデータを挿入し、しかも微弱な強度の電子すかしデータを挿入することができるので、従来に比べて簡素な構成で、画質の劣化を抑えるとともにその検出精度を向上させることができる電子すかしデータ検出装置を提供することができる。

【0117】さらに請求項 3 記載の発明によれば、電子すかしデータの検出されるべき時間を保証して、一旦検出されなくても次回で検出されるような強度の電子すかし

しデータの信号を埋め込むといった検出精度の適正化を図ることができるようになる。

【0118】さらにまた請求項4記載の発明によれば、請求項1記載の発明によって各画素ブロックに相関の低い電子すかしデータを挿入することで画質の劣化しない合成画像データをMPEGデータのように圧縮して保存することができる電子すかしデータ挿入装置を提供することができるようになる。

【0119】さらに請求項5記載の発明によれば、MPEGデータのようなハフマン符号化されて圧縮された合成画像データに対して、請求項2または請求項3記載の発明による微弱な強度の電子すかしデータの検出精度を維持した電子すかしデータ検出装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例における電子すかしデータ挿入装置の構成の概要を示す構成図である。

【図2】本実施例における電子すかしデータ挿入器に設定されている挿入情報の概要を示す説明図である。

【図3】本実施例における電子すかしデータテーブルに登録されている第1の電子すかしデータの一例を示す説明図である。

【図4】本実施例における電子すかしデータ検出装置の構成の概要を示す構成図である。

【図5】従来技術の電子すかしデータの検出原理を模式的に示す説明図である。

【図6】本実施例における電子すかしデータの検出原理を模式的に示す説明図である。

【図7】MPEG標準の符号化方式による画像データの構成の概要を示す説明図である。

【図8】MPEG標準で符号化されるピクチャを模式的

に示す説明図である。

【図9】DCTによって変換されたDCT係数の走査の様子を示す説明図である。

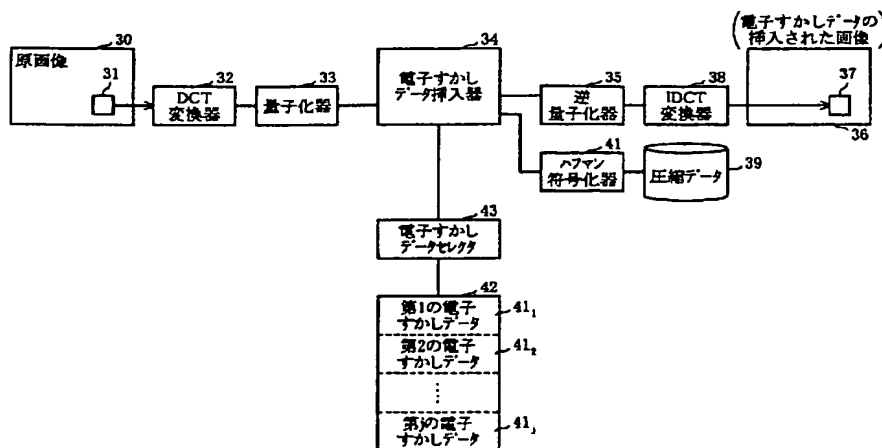
【図10】本実施例における電子すかしデータ挿入器の動作の概要を模式的に示す説明図である。

【図11】従来の電子すかしデータ挿入および検出装置からなる画像データ処理システムの構成の概要を示す構成図である。

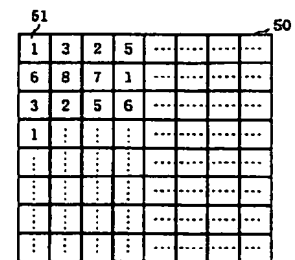
【符号の説明】

- 30 原画像
- 31 画像データ
- 32 DCT変換器
- 33 量子化器
- 34 電子すかしデータ挿入器
- 35、62 逆量子化器
- 36、63 合成画像
- 37、64 合成画像データ
- 38、65 IDCT変換器
- 39、60 圧縮データ
- 40 ハフマン符号化器
- 41₁～41_j 第1～第jの電子すかしデータ
- 42、68 電子すかしデータテーブル
- 43、69 電子すかしデータセクタ
- 61 復号化器
- 66 電子すかしデータ抽出器
- 67 抽出データテーブル
- 70 電子すかしデータ検出器
- 71 電子すかしデータ加算器
- 72 検出判定結果
- 73 判定器

【図1】



【図2】



【图4】

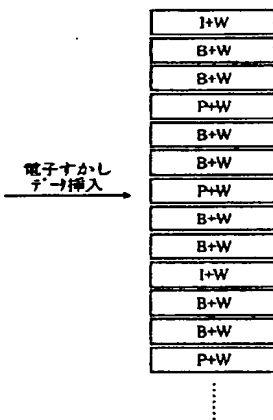
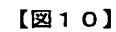
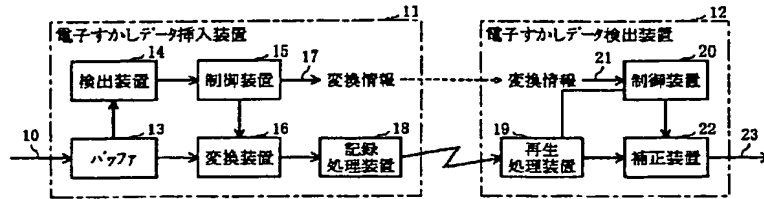


Diagram 95 shows a perspective view of a multi-layered structure. It consists of a series of rectangular blocks stacked together. The layers are labeled from left to right as I, B, B, P, B, B, P, B, B, I, B, B, P. The top and bottom surfaces of the structure are curved, with the top surface labeled 96 and the bottom surface labeled 95.

【図11】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

キーワード (参考)

H 0 4 N 7/081

9 A 0 0 1

F ターム (参考) 5B057 AA11 CE08 CG07

5C059 KK01 KK43 MA00 MA23 MC38

ME02 RC35 SS02 SS13 TA58

TB08 TC41 TD06 TD12 TD18

UA02 UA05

5C063 AA01 AB03 AB07 AC01 CA11

CA36 DA07 DA13

5C076 AA14 BA03 BA04 BA05 BA06

BA09

5J104 AA13 AA14 PA14

9A001 BB02 EE02 EE04 EE05 FF05

GG01 GG03 GG05 HH23 JJ19

JJ25 KK43 KK56 KK60 LL03

LL09